



**Ιωάννης Πούλιος,
Καθηγητής
Εργ. Φυσικοχημείας
Α.Π.Θ.**

Τηλ. 2310-997785
poulios@chem.auth.gr

www.chem.auth.gr



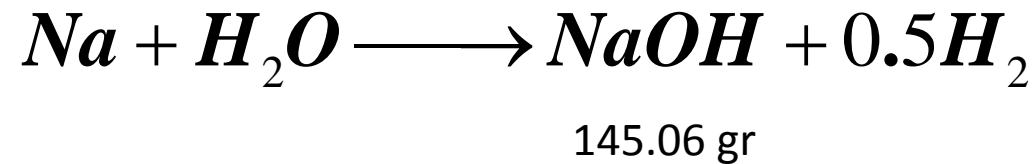
Φυσικοχημεία για Βιολόγους

• Ένα αντιόξινο δισκίο μάζας 0,853 g περιείχε ανθρακικό ασβέστιο ως δραστικό συστατικό και αδρανή συνδετική ύλη. Όταν το δισκίο προστέθηκε σε ένα όξινο διάλυμα που ζύγιζε 56,519 g, ελευθερώθηκε υπό αναβρασμό αέριο διοξείδιο του άνθρακα. Το διάλυμα που προέκυψε ζύγιζε 57,152 g. Πόσα γραμμάρια διοξειδίου του άνθρακα παράχθηκαν;

• Να υπολογισθεί η πίεση που ασκείται από 1 mol SO_2 εντός δοχείου 10 lit στους 127 °C όταν το αέριο συμπεριφέρεται ως ιδανικό και ως πραγματικό. Οι σταθερές Van der Waals είναι $a=6.69 \text{ atm lit}^2 \text{ mole}^{-2}$ και $\beta=0.0565 \text{ lit mole}^{-1}$.

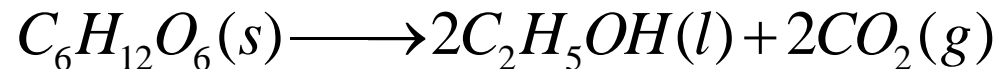


Το μεταλλικό νάτριο αντιδρά βίαια με το νερό. Ένα κομμάτι νατρίου μάζας 19,70 g προστέθηκε σε ποτήρι που περιείχε 126,22 g νερού. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ελευθερώθηκε στο περιβάλλον αέριο υδρογόνο. Στο τέλος, το διάλυμα περιείχε υδροξείδιο του νατρίου και ζύγιζε 145,06 g. Πόσα γραμμάρια υδρογόνου παράχθηκαν;





Η ζύμη, καθώς και άλλοι μικροοργανισμοί μεταβολίζουν τη γλυκόζη σε αιθανόλη με τη διεργασία που ονομάζεται αλκοολική ζύμωση, σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση



Να υπολογισθεί η μάζα της γλυκόζης που απαιτείται για την παραγωγή 1 L CO₂ σε P=1 atm και T=300 K.

$$PV = nRT$$

Να υπολογισθεί η τάση των ατμών του νερού στους 85 °C. Το σημείο ζέσεως του νερού είναι 100 °C και η θερμότητα εξάτμισης του 40.7 kJ mol⁻¹.

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$



Κατάσταση αφετηρίας $Q=1$



$$\Delta G_o = -RT \ln K_{p1} = +1160 \text{ Kcal mol}^{-1} \text{ (μη αυθόρμητη)}$$



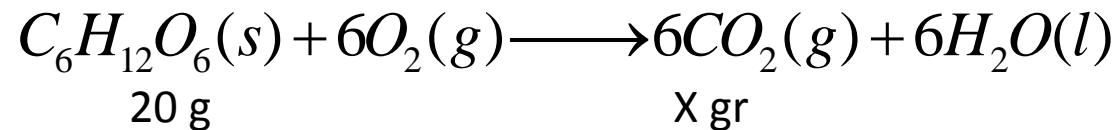
Να βρεθεί η μεταβολή της ΔG όταν η κατάσταση αφετηρίας αποτελείται από N_2O_4 υπό μερική πίεση 2 atm και NO_2 υπό μερική πίεση 0.3 atm.

$$\Delta G = -RT \ln K + RT \ln Q = \Delta G^o + RT \ln Q$$

$$Q = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{0.3^2}{2} = 0.045$$



Μια μεγάλη ποσότητα μεταβολικής ενέργειας στους οργανισμούς προέρχεται από τη βιολογική καύση της γλυκόζης, σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση

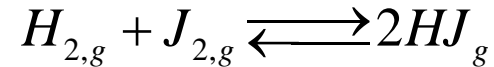


(s) Στερεό, (l) υγρό, (g) αέριο

Αν η αντίδραση αυτή λαμβάνει χώρα σε δοχείο, που μπορεί να εκτονωθεί στους 37°C και 760 mmHg (=1 Atm), να υπολογισθεί ο όγκος του CO₂ που παράγεται από 20 g γλυκόζης και περίσσεια οξυγόνου. Αν η αντίδραση λαμβάνει χώρα κάτω από τις ίδιες συνθήκες άλλα παρουσία στοιχειομετρικής ποσότητας O₂, να υπολογισθεί η μερική πίεση των αερίων που υπάρχουν στο δοχείο όταν κατά την αντίδραση καταναλώνεται το 50% της γλυκόζης.



Η πρότυπη ελεύθερη ενέργεια της αντίδρασης



στους 25 °C είναι $\Delta G^\circ = -2,60 \text{ kJmol}^{-1}$

$R=8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{deg}^{-1}$

Να υπολογιστεί η ελεύθερη ενέργεια της αντίδρασης ΔG όταν $P_{H_2} = 4,26 \text{ atm}$, $P_{J_2} = 0,024 \text{ atm}$ και $P_{HJ} = 0,23 \text{ atm}$

$$\Delta G = -RT \ln K + RT \ln Q = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

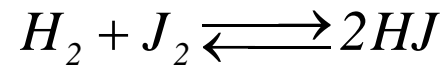
$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{P_{HJ}^2}{P_{H_2} P_{J_2}} = -2,6(\text{kJmol}^{-1}) + 8.314(\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1})298\text{K}^{-1} \ln 0.51$$

$$\Delta G = -2600(\text{Jmol}^{-1}) + 8.314(\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1})298\text{K}^{-1} \ln 0.51 = -2600 - 1632 = -4232\text{Jmol}^{-1}$$



Φυσικοχημεία για Βιολόγους

•46 g I₂ και 1 g H₂ θερμαίνονται μέσα σε δοχείο 10 lit στους 480° C. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας βρέθηκε ότι έμειναν 2 g I₂. Να υπολογιστεί η σταθερά ισορροπίας K_C στη θερμοκρασία αυτή για την αντίδραση, καθώς και τα moles όλων των συστατικών στη θέση ισορροπίας.

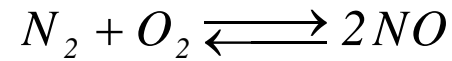




Φυσικοχημεία για Βιολόγους

• Η K_p της αντίδρασης

$$0.000476 = 4.76 \times 10^{-4}$$



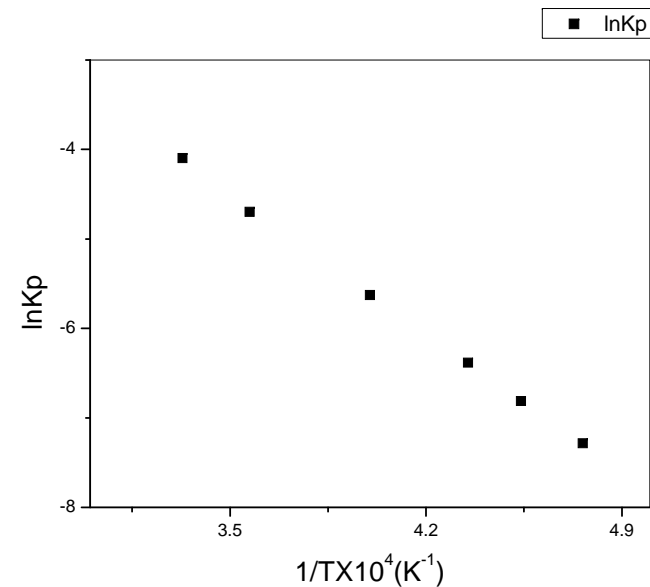
• σε διαφορετικές θερμοκρασίες δίνεται στον παρακάτω πίνακα

T [K]	2100	2200	2300	2500	2800	3000
$K_p \cdot 10^4$	6.86	11	16.9	36	91.2	166.6

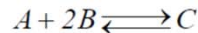
• Να βρεθεί η μεταβολή της ενθαλπίας (θερμότητα) της αντίδρασης. (43.84 Kcal)

T (K)	K_p	$1/T \cdot 10^4$	$\ln K_p$
2100	6.86E-4	4.76	-7.28463
2200	0.0011	4.54	-6.81245
2300	0.00169	4.35	-6.38303
• 2500	0.0036	4	-5.62682
2800	0.00912	3.57	-4.69729
3000	0.01666	3.33	-4.09474

$$\ln K = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} \right)$$



12) Θεωρούμε την παρακάτω αντίδραση, η οποία λαμβάνει χώρα στους 500 °C στην αέρια φάση



Η ΔG° στους 500 °C είναι 10 Kcalmol⁻¹.

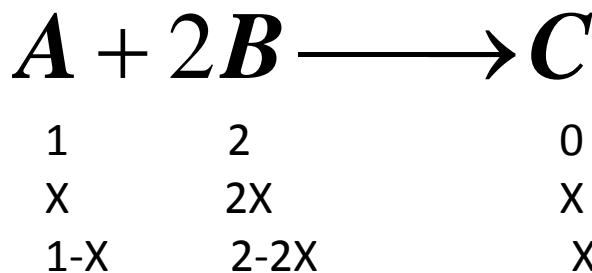
Έστω ότι αρχικά έχουμε 1 mol A και 2 mol B.

Να υπολογισθούν οι τιμές της συνολικής πίεσης, ώστε στην ισορροπία να υπάρχουν στο δοχείο της αντίδρασης 0.01 ή 0.1 ή 0.5 mol C. Για την αέρια φάση ισχύει

$$K = \frac{P_C}{P_A P_B^2}$$

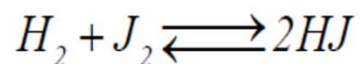
Όπου X 0.01, 0.1 ή 0.5

moles αρχικά
moles που αντέδρασαν
moles τελικά



Βρίσκουμε τα γραμμομοριακά κλάσματα και κατόπιν χρησιμοποιούμε το νόμο του Dalton για P_A, P_B, P_C . Κατόπιν αντικαθιστούμε στην εξίσωση της K. Την K τη βρίσκουμε από την ΔG° .

7) Η σταθερά χημικής ισορροπίας K_c για την αντίδραση



στους 440°C είναι ίση με 49. Αν σ' ένα δοχείο όγκου 10 lit εισαχθούν mole H_2 και 1 mole I_2 , πόσα mole HI θα σχηματιστούν στην ίδια θερμοκρασία; Πόσα mole H_2 και πόσα I_2 θα υπάρχουν στη θέση ισορροπίας;

	$H_2 + J_2 \longrightarrow 2HJ$		
moles αρχικά	1	1	0
moles που αντέδρασαν	X	X	2X
moles τελικά	1-X	1-X	2X

Βρίσκουμε τα γραμμομοριακά κλάσματα και κατόπιν χρησιμοποιούμε το νόμο του Dalton για P_A, P_B, P_C . Κατόπιν αντικαθιστούμε στην εξίσωση της K.

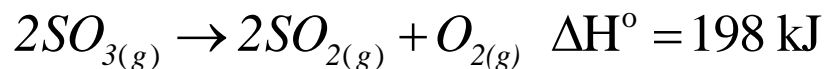
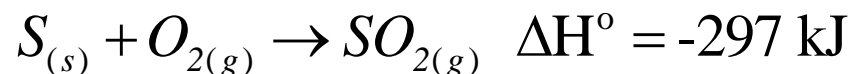
$$K_P = \frac{P_{HJ}^2}{P_{H_2} P_{J_2}}$$



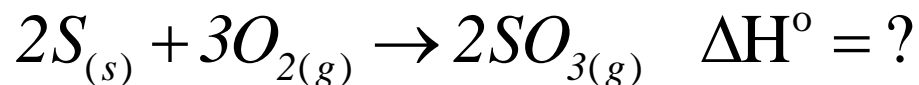
Νόμος του Hess: Η ποσότητα της θερμότητας που απορροφάται ή εκλύεται κατά την τέλεση μιας χημικής αντίδρασης εξαρτάται μόνο από τα αρχικά αντιδρώντα και τα τελικά προϊόντα, είναι δε ανεξάρτητη από τα διάφορα στάδια που, ενδεχομένως, ακολουθεί η αντίδραση (είναι ανεξάρτητη από το δρόμο που ακολουθεί η αντίδραση)

Παράδειγμα

Από τα παρακάτω δεδομένα :



υπολογίστε την μεταβολή της ενθαλπίας για την αντίδραση:





Το H_2O_2 διασπάται, παρουσία καταλύτη, σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση



Η μείωση της συγκέντρωσης του H_2O_2 με το χρόνο δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

t (min)	C (mol L ⁻¹)
0.0	2.540
7.5	1.590
15.0	0.983
22.5	0.617
30.0	0.381

Να αποδειχθεί γραφικά ότι η αντίδραση είναι 1^{ης} τάξης και να υπολογισθούν η σταθερά της ταχύτητας της αντίδρασης k και η ημιπερίοδος ζωής $t_{1/2}$.



Για τη διάσπαση του N_2O_5 υπολογίσθηκαν οι παρακάτω τιμές της σταθεράς k
Να υπολογισθεί η ενέργεια ενεργοποίησης, ο συντελεστής A και η ημιπερίοδος ζωής στους $50\text{ }^\circ\text{C}$.

$\theta\text{ }^\circ\text{C}$	$k \times 10^5\text{ s}^{-1}$
25	1.72
35	6.65
45	24.94
55	75.00
65	240.00

$T(K)$

k

$1/T$

$\ln k$



Για μια ενζυμική αντίδραση δίνονται τα παρακάτω δεδομένα:

[S] (mM)	r (mMs ⁻¹)
0.6	3.3
1.5	6.2
3	8.7
4	9.5
10	12.5
18	14

Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις r -[S], r^{-1} - [S]⁻¹ και $r/[S]$ - r και σε κάθε περίπτωση να υπολογισθεί η σταθερά Michaelis.



Φυσικοχημεία για Βιολόγους

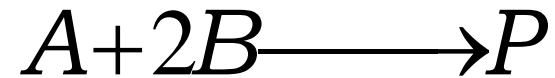
Για μια ενζυμική αντίδραση δίνονται τα παρακάτω δεδομένα:

$[S] \times 10^3 \text{ (M)}$	$r \times 10^5 \text{ (mMs}^{-1}\text{)}$
1	6.5
2	10
4	14.5
6	16.5
8	18
12	19

Η συγκέντρωση του ενζύμου είναι 2 g L^{-1} και το μοριακό του βάρος 50000. Να υπολογισθεί η σταθερά Michaelis και η οριακή ταχύτητα v_{\max} .



Για την αντίδραση



δίνονται τα παρακάτω δεδομένα

$C_A \times 10^2$ (M)	$C_B \times 10^2$ (M)	$r \times 10^5$ (M s ⁻¹)
3.5	2.3	0.5
7	4.6	2
7	9.2	4

Να υπολογισθούν τα χ και ψ , καθώς και η σταθερά k στην κινητική εξίσωση $r = kC_A^\chi C_B^\psi$, η οποία περιγράφει την ταχύτητα σχηματισμού του προϊόντος P.